

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-143236  
(P2001-143236A)

(43) 公開日 平成13年5月25日 (2001.5.25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 1 1 B	5/66	G 1 1 B	5 D 0 0 6
	5/65		5 D 1 1 2
	5/85		Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

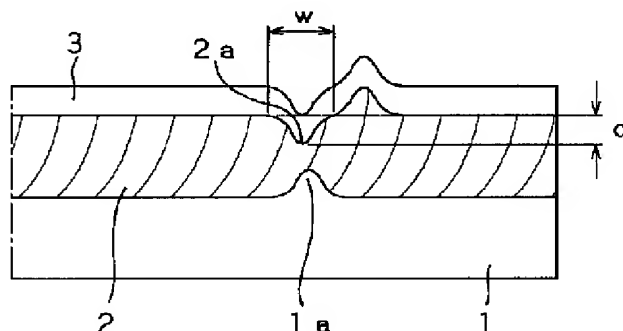
(21) 出願番号	特願平11-325935	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22) 出願日	平成11年11月16日 (1999. 11. 16)	(72) 発明者	本橋 一成 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	森 敬郎 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(74) 代理人	100067736 弁理士 小池 晃 (外2名)
		Fターム (参考)	5D006 BB07 CB07 EA03 FA01 FA09 5D112 AA02 AA05 AA22 FA02

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体及びその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 磁性層の厚みを小としても優れた耐食性を有するとともに、MRヘッドを用いて確実に再生する。

【解決手段】 非磁性支持体の少なくとも一主面側に成膜された磁性層を有し、上記磁性層の残留磁化 $M_r$ と上記磁性層の厚み $t$ との積 $M_r \cdot t$ が26mA以下であることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 非磁性支持体の少なくとも一主面側に金属磁性材料を成膜してなる磁性層を有する磁気記録媒体において、

上記磁性層の残留磁化  $M_r$  と上記磁性層の厚み  $t$  との積  $M_r \cdot t$  が  $2.6 \text{ mA}$  以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 2】 上記非磁性支持体は、金属磁性材料が成膜される側の主面に微小突起が形成されてなり、

上記磁性層は、上記微小突起に起因して形成されるくぼみ有するとともに、当該くぼみの直径を当該くぼみの深さで割った値が 7 以上であり、且つ、当該くぼみの深さが  $8 \text{ nm}$  以下であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 3】 上記磁性層の厚み  $t$  が  $7.5 \text{ nm}$  以下であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 4】 上記磁性層上に保護膜が成膜されてなることを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 5】 磁気抵抗効果型再生ヘッドを用いた磁気記録システムに用いられることを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 6】 長尺状の非磁性支持体を長手方向に走行させ、走行する非磁性支持体の一主面側に磁性粒子を堆積させて磁性層を形成する磁気記録媒体の製造方法において、

上記非磁性支持体の一主面の法線方向とのなす角度の最大値を  $65^\circ \sim 75^\circ$  とし、且つ、上記非磁性支持体の一主面の法線方向とのなす角度の最小値を  $45^\circ \sim 60^\circ$  として、上記非磁性支持体の一主面に上記磁性粒子を入射させることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、いわゆる金属磁性薄膜型の磁気記録媒体及びその製造方法に関し、特に磁気抵抗効果型再生ヘッドを用いた磁気記録システムに用いて好適な磁気記録媒体及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、磁気記録媒体としては、非磁性支持体上に酸化物磁性粉末あるいは合金磁性粉末等の粉末磁性材料を塩化ビニルー酢酸ビニル共重合体、ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂等の結合剤中に分散せしめた磁性塗料を塗布、乾燥することにより作製される、いわゆる塗布型の磁気記録媒体が広く使用されている。

【0003】これに対して、高密度記録への要求の高まりとともに、 $\text{Co-Ni}$ 、 $\text{Co-Cr}$ 、 $\text{Co}$ 等の金属磁性材料をメッキや真空薄膜形成手段（真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法等）によって非磁性支持体上に直接被着した、いわゆる金属磁性薄膜型の磁気記録媒体が提案され、注目を集めている。

【0004】この金属磁性薄膜型の磁気記録媒体は、保磁力、残留磁化、角形比等に優れ、短波長での電磁変換特性に優れるばかりでなく、磁性層の厚みをきわめて薄くできるため、記録減磁や再生時の厚み損失が小さいこと、磁性層中に非磁性材である結合剤を混入する必要がないため、磁性材料の充填密度を高め、大きな磁化を得ることができる等、数々の利点を有している。

【0005】さらに、この種の磁気記録媒体の電磁変換特性を向上させ、より大きな出力を得ることができるようにするため、磁気記録媒体の磁性層を形成するに際し、磁性層を斜方に蒸着する、いわゆる斜方蒸着が提案され、高画質 VTR 用、デジタル VTR 用の磁気テープとして実用化されている。

【0006】さらにまた、磁気記録媒体では、例えば民生用デジタル VTR 等に使用する場合、耐久性及び耐食性を向上させるために、カーボンなどによる保護膜を磁性層上に形成している。

【0007】一方、この種の磁気記録媒体においても、更なる高密度記録化の要請を受け、再生過程において従来の誘導型磁気ヘッドに代わり、磁気抵抗効果素子を用いた磁気ヘッド（MRヘッド）が利用されるようになってきている。一般に、MRヘッドは、磁気記録媒体からの微小な漏洩磁束を高感度に検出することができる特徴を持っている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、この種の磁気記録媒体において、磁性層を形成する非磁性支持体の表面には、走行耐久性を確保するために非磁性体球などによる微小突起が形成されていると同時に、製造工程中や表面処理工程中で不測に発生した微小突起が存在する。このような微小突起を有する表面形状の非磁性支持体に対し、斜方蒸着によって強磁性金属薄膜を形成すると、微小突起近傍には自己陰影効果によって蒸着粒子が届きにくい部分が現れ、磁性層にくぼみが発生してしまう。

【0009】磁性層に上述したようなくぼみが鋭い形状で存在してしまうと、当該くぼみ上には、保護膜が確実に形成されないことがある。このように、保護膜が確実に形成されず、磁性層が直接外方に臨むような場合、当該磁性層は、外気等に対して曝されることとなり腐食することがある。すなわち、磁気記録媒体には、磁性層のくぼみに起因して所望の耐久性及び耐食性を得ることができないといった問題があった。

【0010】磁性層表面にくぼみを生じさせず優れた表面性を有する磁性層を形成する方法としては、蒸着粒子の入射角を非磁性支持体表面に対してより垂直な方向に規制することが知られている。しかしながら、この方法では、磁性層の磁気特性が大幅に変化してしまい電磁変換特性を劣化させてしまうといった不都合が生じる。

【0011】また、磁気記録媒体では、磁性層の厚みを

大きくすることによって、磁性層の耐久性を向上させることが考えられる。しかしながら、磁気記録媒体において、磁性層の厚みを厚くすると、残留磁化 $M_r$ と磁性層の厚み $t$ との積 $M_r \cdot t$ で表される磁性層からの漏洩磁束が大きくなることとなり、MRヘッドにより再生を行う場合には磁気抵抗効果素子を磁氣的に飽和させてしまい再生出力を得ることができないといった問題がある。したがって、磁気記録媒体において、磁性層の厚みを大として磁性層の耐食性を向上させることはできない。

【0012】そこで、本発明は、上述したような従来の実情に鑑みて案出されたものであり、磁性層の厚みを小としても優れた耐食性を有するとともに、MRヘッドを用いて確実に再生することのできる磁気記録媒体及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成した本発明の磁気記録媒体は、非磁性支持体の少なくとも一主面側に成膜された磁性層を有し、上記磁性層の残留磁化 $M_r$ と上記磁性層の厚み $t$ との積 $M_r \cdot t$ が $26 \text{ m A}$ 以下であることを特徴とする。

【0014】以上のように構成された本発明に係る磁気記録媒体は、磁性層の残留磁化 $M_r$ と厚み $t$ との積 $M_r \cdot t$ を所定の値に規定するため、例えば、磁気抵抗効果型磁気ヘッドを備える記録再生システムに用いても、磁気抵抗効果素子を磁氣的に飽和させることなく、確実な再生を行うことができる。

【0015】また、磁気記録媒体は、非磁性支持体の磁性層が成膜される側の主面に微小突起が形成されてなり、磁性層が上記微小突起に起因して形成されるくぼみ有するとともに、当該くぼみの直径を当該くぼみの深さで割った値が7以上であり、且つ、当該くぼみの深さが $8 \text{ nm}$ 以下であることが好ましい。

【0016】このように構成された磁気記録媒体では、磁性層表面に形成されるくぼみの形状を規定しているため、例えば、磁性層を覆うように保護膜等を形成した場合に当該保護膜等がくぼみを確実に覆うことができる。このため、この磁気記録媒体においては、磁性層がくぼみ部分から腐食するようなことを防止できる。

【0017】また、上述した目的を達成した本発明に係る磁気記録媒体の製造方法は、長尺状の非磁性支持体を長手方向に走行させ、走行する非磁性支持体の一主面側に磁性粒子を堆積させて磁性層を形成する磁気記録媒体の製造方法であって、上記非磁性支持体の一主面の法線方向とのなす角度の最大値を $65^\circ \sim 75^\circ$ とし、且つ、上記非磁性支持体の一主面の法線方向とのなす角度の最小値を $45^\circ \sim 60^\circ$ として、上記非磁性支持体の一主面に上記磁性粒子を入射させることを特徴とする。

【0018】以上のように構成された本発明の磁気記録媒体の製造方法では、非磁性支持体の一主面に磁性粒子を入射させる際に、磁性粒子の入射方向と非磁性支持体

の一主面の法線方向とがなす角度（入射角）を規定している。すなわち、入射角の最大値及び最小値を所定の範囲に規定している。本手法では、入射角の最大値及び最小値を規定することによって、所望の柱状構造をとらせることができ、所望の磁気特性を有する磁性層を形成することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る磁気記録媒体及びその製造方法の好適な実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

【0020】本発明を適用した磁気記録媒体は、図1に示すように、非磁性支持体1と、非磁性支持体1上に成膜された磁性層2と、磁性層2上に成膜された保護層3とから構成されている。また、本発明が適用される磁気記録媒体としては、このような構成に限定されず、非磁性支持体1の磁性層2が形成された面とは反対側の面にバックコート層を有していたり、保護層3上に潤滑剤を塗布したものであっても良い。

【0021】非磁性支持体1は、通常、この種の磁気記録媒体に使用されるものであれば如何なる材料を使用しても良い。非磁性支持体1としては、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン-2, 6-ナフタレート等のポリエステル類、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン類、セルローストリアセテート等のセルロース誘導体、ポリカーボネイト、ポリイミド、ポリアミド、ポリアミドイミド等のプラスチック類を例示することができる。非磁性支持体1の厚さは、通常 $3 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度とされるが、走行時の機械的強度が高い材料を用いれば $2 \sim 4 \mu\text{m}$ 程度であっても良い。

【0022】また、非磁性支持体1上には、微小突起1aが形成されている。この微小突起1aは、微粒子を結合剤と共に溶剤中に分散した塗料を基板上に塗布する方法、基板内部に微粒子をフィラーとして含有させる方法、或いは、これらを併用する方法等、公知の方法により形成される。これらの方法に使用される微粒子としては、有機高分子、無機化合物等の微粒子があげられる。無機化合物としては、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 等があげられる。この他にも、リソグラフィー技術によつて非磁性支持体1上に人工的に凹凸を形成する方法、メッキ法や、真空薄膜形成技術によつて金属、無機化合物または有機高分子の島状構造を形成する方法を用いて、非磁性支持体1の一主面上に微小突起1aを形成してもよい。微小突起1aの高さは、通常、 $5 \sim 50 \text{ nm}$ であることが好ましい。特に、微小突起1aは、後述する磁性層2の膜厚よりも小さいことが望ましい。なお、この微小突起1aの高さとは、非磁性支持体1の微小突起1aの存在しない平滑な表面から微小突起1aまでの高さのことを指す。また、この微小突起1aには、非磁性支持体1を製作する過程において不測に発生した突起も含んで考える。

【0023】磁性層 2 は、非磁性支持体 1 の微小突起 1a が形成された一主面上に、真空蒸着法等の手法により成膜される。磁性層 2 を形成する強磁性金属材料としては、従来公知の金属または合金が挙げられ、具体的には、Co、CoNi、CoFe、CoNiFe、CoCr、CoCrPt、CoCrTa、CoCrPtTa 等の材料を例示することができる。また、磁性層 2 は、上記材料を酸素雰囲気中で成膜することにより膜中に酸素を含んでなるもの、又は、上記材料に 1 種又は 2 種のその他の金属を含んでなるもの、さらには、Co-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CoPt-SiO<sub>2</sub> 等の既存の強磁性金属合金を含んだ非固溶系磁性層からなるものであってもよい。

【0024】特に、この磁性層 2 は、面内方向における残留磁化 Mr と磁性層 2 自身の厚みとの積 Mr・t が 26 mA 以下となるように規定されている。特に、上記 Mr・t の値は、好ましくは 5～26 mA である。また、このとき磁性層 2 自身の厚み t は、必要以上に厚くなると表面形状が平滑でなくなりノイズが増加するため、75 nm 以下が好ましく、30 nm～70 nm であることがより好ましい。

【0025】また、非磁性支持体 1 上に非磁性下地層を形成し、当該非磁性下地層上に磁性層 2 を形成してもよい。この非磁性下地層は、磁性層 2 の付着力向上、磁性層 2 の磁氣的配向性の向上、磁性層 2 の耐食性向上を目的として形成される。非磁性下地層としては、Co、Zr、Pt、Au、Ta、W、Ag、Al、Mn、Cr、Ti、V、Nb、Mo、Ta などの金属のほか、これらを組み合わせた合金、酸素や窒素などの化合物でもよい。

【0026】磁性層 2 を形成する際には、図 2 に示するような真空蒸着装置を用いる。

【0027】この真空蒸着装置は、いわゆる斜方蒸着用として構成され、内部が例えば  $1 \times 10^{-3}$  Pa 程度の真空にされた真空室 11 内に、例えば -20℃ 程度に冷却され、図中矢印 A で示すように反時計回り方向に回転する冷却キャン 12 と、これに対向するように強磁性金属薄膜用の蒸着源 13 が配置されてなるものである。

【0028】また、この真空蒸着装置においては、真空室 11 内に、図中の反時計回り方向に回転する供給ロール 14 と図中の反時計回り方向に回転する巻き取りロール 15 も配設されており、非磁性支持体 16 は供給ロール 14 から図中矢印 B で示す方向に繰り出され、冷却キャン 12 の周面に沿って走行した後、巻き取りロール 15 に巻き取られる。

【0029】なお、供給ロール 14 と冷却キャン 12 との間、及び冷却キャン 12 と巻き取りロール 15 との間にはそれぞれガイドローラー 17、18 が配置され、供給ロール 14 から冷却キャン 12、及びこの冷却キャン 12 から巻き取りロール 15 に従って走行する非磁性支持体 16 に所定のテンションをかけ、非磁性支持体 16

が円滑に走行するようになされている。

【0030】上記蒸着源 13 は坩堝等の容器に、上述したような Co 等の強磁性金属材料が収容されたものであり、この真空蒸着装置においては、この蒸着源 13 の強磁性金属材料を加熱、蒸発させるための電子ビーム発生源 19 も配設されている。すなわち、上記電子ビーム発生源 19 から電子ビーム 20 を蒸着源 13 の強磁性金属材料に加速照射してこれを図中矢印 C で示すように加熱、蒸発させる。すると、強磁性金属材料は蒸着源 13 と対向する冷却キャン 12 の周面に沿って走行する非磁性支持体 16 上に被着し、非磁性支持体 16 上に強磁性金属薄膜が形成されることとなる。

【0031】なお、上記真空蒸着装置においては、蒸着源 13 と冷却キャン 12 との間に第 1 のシャッタ 21 及び第 2 のシャッタ 22 が配設されている。第 1 のシャッタ 21 は、走行する非磁性支持体の前段側に位置するとともに、第 2 のシャッタ 22 は、走行する非磁性支持体の後段側に位置する。これら第 1 のシャッタ 21 及び第 2 のシャッタ 22 は、冷却キャン 12 の主面に沿って走行する非磁性支持体 1 のうちで所定の領域のみを外方に露出させる。

【0032】なお、このような強磁性金属薄膜の蒸着に際し、図示しない酸素ガス導入口を介して非磁性支持体 16 の表面近傍に酸素ガスを供給し、これによって強磁性金属薄膜の磁性特性、耐久性及び耐候性の向上が図られるようにすることもできる。また、蒸着源を加熱するためには、上述のような電子ビームによる加熱手段の他、例えば抵抗加熱手段、高周波加熱手段、レーザ加熱手段等の公知の手段を使用できる。

【0033】このように構成された真空蒸着装置では蒸着源から強磁性金属材料を蒸発させるとともに冷却キャンの周面に非磁性支持体 1 を走行させる。この真空蒸着装置において、蒸発した強磁性金属材料は、第 1 のシャッタ 21 及び第 2 のシャッタ 22 により遮蔽され、第 1 のシャッタ 21 及び第 2 のシャッタ 22 の間から外方に露出する非磁性支持体上にのみ堆積することとなる。ここで、第 1 のシャッタ 21 は、走行する非磁性支持体の前段側に配設されて、蒸発する強磁性金属材料のうち最大入射角を規定する。また、第 2 のシャッタ 22 は、走行する非磁性支持体の後段側に配設されて、蒸発する強磁性金属材料のうち最小入射角を規定する。このとき、入射角とは、蒸発した強磁性金属材料が非磁性支持体上に入射する方向と、非磁性支持体の強磁性金属材料が入射した場所における法線方向とがなす角度を指す。

【0034】具体的に、真空蒸着装置では、第 1 のシャッタ 21 により最大入射角を 65～75° に規定するとともに、第 2 のシャッタ 22 により最小入射角を 45～60° に規定している。このように最大入射角と最小入射角とを所定の範囲に規定することによって、真空蒸着装置は、非磁性支持体 1 の一主面上に成膜される磁性層

2を所望の柱状構造とすることができる。

【0035】また、この真空蒸着装置は、第1のシャッタ21側から第2のシャッタ22側に向かって非磁性支持体を走行させるため、蒸発した強磁性金属材料を、先ず、第1のシャッタ21側の非磁性支持体上に堆積させる。そして、第1のシャッタ21側から第2のシャッタ22側に向かって非磁性支持体が走行するに連れて、蒸発した金属磁性材料が順次堆積することとなる。このため、金属磁性材料は、先ず、最大入射角で非磁性支持体上に堆積することとなり、最終的に、最小入射角で堆積し終わることとなる。

【0036】このように、強磁性金属材料を成膜して磁性層2を形成する場合には、図1に示すように、微小突起1aに対応したくぼみ2aが磁性層2表面に形成されることとなる。言い換えると、磁性層2表面のくぼみ2aは、非磁性支持体1の一主面に形成された微小突起1aに起因して発生する。上述したように斜め蒸着を行う場合、非磁性支持体1の一主面に微小突起1aが形成されていると、当該微小突起1a上に先ず強磁性金属材料が堆積する。続いて、微小突起1a自体や微小突起1a上に堆積した強磁性金属材料等により、いわゆる、自己陰影効果を示しながら、強磁性金属材料が堆積する。このように、微小突起1aが形成された非磁性支持体1上に強磁性金属材料を成膜するため、磁性層2表面には、くぼみ2aが形成されることとなる。

【0037】上述したように、図2に示した真空蒸着装置では、最大入射角と最小入射角とを規定したため、くぼみ2aの直径（図1中wで示す。）を当該くぼみ2aの深さ（図1中dで示す。）で割った値を7以上とすることができ、且つ、当該くぼみ2aの深さdを8nm以下とすることができる。すなわち、この磁性層2には、くぼみ2aの直径wを当該くぼみ2aの深さdで割った値が7未満、或いは、くぼみ2aの深さが8nmより大であるような鋭利なくぼみ2aが形成されるようなことがない。

【0038】また、この磁気記録媒体は、磁性層2上に形成された保護膜3を有している。具体的に、保護膜3としては、カーボン、CrO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BN、Co酸化物、MgO、SiO<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、SiN<sub>x</sub>、SiC、SiN<sub>x</sub>-SiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、TiC、MoS等の材料を成膜することにより形成される。これらの材料を成膜する際には、公知の成膜技術、例えば、真空蒸着法、イオンプレーティング法、スパッタリング法及びCVD法等を使用することができる。

【0039】中でも、保護膜3としては、CVD法により成膜されたカーボン保護膜を使用することが好ましい。CVD法により成膜されたカーボン保護膜は、耐久性や耐食特性に優れると同時に、生産性に優れている。特に、CVD法によれば、ダイヤモンドライクカーボンと呼ばれる、耐摩耗性、耐食性及び表面被覆率に優れ、

平滑な表面形状と高い電気抵抗率とを有する硬質カーボンを磁性層上に成膜することができる。

【0040】具体的に、カーボン保護膜を形成する際には、炭素化合物をプラズマ中で分解し磁性層上に成膜する。炭素化合物としては、炭化水素系、ケトン系、アルコール系などの公知の材料を使用することができる。また、プラズマ中で分解するには、高周波バイアス電圧を用いることが好ましい。さらに、プラズマ生成時に、炭素化合物の分解を促進するためのガスとしてAr、H<sub>2</sub>などが導入されることが好ましい。さらにまた、カーボン保護膜の膜硬度及び耐食性をより向上させるため、保護膜3中のカーボンが窒素、フッ素などと反応した状態で単層または多層の状態が存在していてもよい。この場合、プラズマを生成時に、N<sub>2</sub>、CHF<sub>3</sub>又はCH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>等のガスを単独又は混合した状態とし、カーボン保護膜を成膜することにより形成することができる。

【0041】また、保護膜3の膜厚は、4nm～12nmであることが好ましい。保護膜3の膜厚が4nm未満の場合には、耐摩耗性、耐食性が劣化する虞がある。逆に、保護膜3の膜厚が12nmより厚い場合には、スレーピングによる損失が増加してしまい、電磁変換特性が劣化してしまう虞がある。上述したCVD法を用いた場合には、カーボン保護膜を10nm以下の厚みで安定して成膜することができる。

【0042】ところで、この磁気記録媒体では、上述したように、磁性層2に形成されるくぼみ2aが、w/dで表される値を7以上とし、且つ、dが8nm以下に規制されている。このため、保護膜3は、磁性層2に形成されたくぼみ2aを確実に覆うように形成されることとなる。言い換えると、保護膜3は、くぼみ2a上で不連続となるようなことが無く、磁性層2上に連続した膜として形成される。

【0043】仮に、磁性層2に形成されるくぼみ2aが、w/dで表される値が7未満であるか、又は、dが8nmより大であるような形状である場合には、くぼみ2aが鋭利な形状となり、当該くぼみ2a上に形成される保護膜3が不連続なものとなってしまふ。したがって、この場合、磁気記録媒体としては保護膜3の不連続部分から空気や水分等の流入を防止することができず、磁性層2を劣化させてしまう。この場合、磁気記録媒体は、耐食性が劣化してしまうこととなる。

【0044】このことから、磁性層2表面に形成されるくぼみ2aを、w/dが7以上であり、且つ、dが8nm以下となるように規制することによって、磁気記録媒体は、保護膜3により確実に耐食性を向上させることができる。また、この磁気記録媒体では、磁性層2の劣化を確実に防止することができるため、出力の低下を防止することができ、電磁変換特性を維持することができる。特に、この磁気記録媒体では、磁性層2の残留磁化Mrと厚みtとの積Mr・tが26mA以下となってい

るために磁性層2の劣化による電磁変換特性の低下が顕著なものとなるが、磁性層2の劣化を確実に防止しているため、所定の電磁変換特性を確実に維持することができる。

【0045】以上のように構成された本発明に係る磁気記録媒体は、磁性層2の残留磁化 $M_r$ と厚み $t$ との積 $M_r \cdot t$ を所定の値に規定するため、例えば、磁気抵抗効果型磁気ヘッドを備える記録再生システムに用いても、磁気抵抗効果素子を磁気的に飽和させることなく、確実な再生を行うことができる。

【0046】磁性層2の厚さは、ラインスピードを変化させることにより制御することが可能であり、残留磁化量は成膜中の酸素導入量を変化させることにより制御することが可能である。これら二つのパラメータを制御することにより、MR再生ヘッドを飽和させず、歪みの無い状態で、最大の出力が得られるようにする。 $M_r \cdot t$ の値が26mAより大である場合、MR再生ヘッドが飽和してしまい、歪みが生ずる。

【0047】ここで、MRヘッドとは、磁気記録媒体からの信号を、磁気抵抗効果を利用して検出する再生専用の磁気ヘッドである。一般に、MRヘッドは、電磁誘導を利用して記録再生を行うインダクティブ型磁気ヘッドよりも感度が高く再生出力が大きいので、高密度記録に適している。したがって、再生用磁気ヘッドとしてMRヘッドを用いることで、より高密度記録化を図ることができる。

【0048】そして、このMRヘッドは、例えば、Ni-Zn多結晶フェライト等のような軟磁性材料からなる一対の磁気シールドに絶縁体を介して挟持された略矩形状のMR素子部を備える。なお、MR素子部の両端からは、一対の端子が導出されており、これらの端子を介して、MR素子部にセンス電流を供給できるようになされている。

【0049】MRヘッドを用いて磁気記録媒体からの信号を再生する際は、磁気記録媒体をMR素子部に摺動させる。そして、磁気記録媒体をMR素子部に摺動させた状態で、MR素子部の両端に接続された端子を介して、MR素子部にセンス電流を供給し、当該センス電流の電圧変化を検出する。磁気記録媒体を摺動させた状態でMR素子部にセンス電流を供給すると、磁気記録媒体からの磁界に応じて、MR素子部の磁化方向が変化し、MR素子部に供給されたセンス電流と磁化方向との相対角度が変化する。そして、MR素子部の磁化方向とセンス電流の方向とがなす相対角度に依存して抵抗値が変化的こととなる。このため、MR素子部に供給するセンス電流の電流値を一定にすることにより、センス電流に電圧変化を生ずることとなる。そこで、このセンス電流の電圧変化を検出することにより、磁気記録媒体からの信号磁界が検出され、磁気記録媒体に記録されている信号が再生される。

【0050】

【実施例】以下、本発明を適用した具体的な実施例について、実験結果に基づき詳細に説明する。

【0051】サンプル1

先ず、厚さ6 $\mu$ m、幅150mmのポリエチレンテレフタレートフィルムを用意し、この表面にアクリルエステルを主成分とする水溶性ラテックスを密度が10<sup>7</sup>個/mm<sup>2</sup>なるように塗布して下塗層を形成した。

【0052】続いて、下塗層上にCoからなる金属磁性薄膜を蒸着法により成膜した。なお、金属磁性薄膜は、下記の成膜条件で形成した。

【0053】成膜条件

テープ送り速度：55m/min

酸素導入量：6.0 $\times$ 10<sup>-4</sup>m<sup>3</sup>/min

蒸着時真空度：7 $\times$ 10<sup>-2</sup>Pa

このとき、真空蒸着装置としては、図2に示したようなものを使用し、第1のシャッタ21及び第2のシャッタ22の位置を調節することにより、最小入射角を45°、最大入射角を70°とした。

【0054】その後、磁性層上にCVD法によりカーボン保護膜を厚さ約10nm形成した。そして、非磁性支持体における磁性層が形成された面とは反対側の面に、カーボンとウレタン樹脂からなるバックコート層を0.5 $\mu$ mなる厚さに形成するとともに、カーボン保護膜表面にパーフルオロポリエーテルよりなる潤滑剤を塗布し、その後、8mm幅に裁断して磁気テープを完成した。

【0055】サンプル2

成膜条件において、テープ送り速度を60m/minとし、最大入射角を75°とした以外はサンプル1と同様にして磁気テープを作製した。

【0056】サンプル3

成膜条件において、テープ送り速度を60m/minとし、最大入射角を60°とした以外はサンプル1と同様にして磁気テープを作製した。

【0057】サンプル4

成膜条件において、テープ送り速度を60m/minとし、最大入射角を80°とした以外はサンプル1と同様にして磁気テープを作製した。

【0058】サンプル5

成膜条件において、最大入射角を90°とした以外はサンプル1と同様にして磁気テープを作製した。

【0059】以上のようにして作製したサンプル1～サンプル5における磁気特性及び電磁変換特性の評価を行った。磁気特性は、試料振動型磁力計を用いて測定した。電磁変換特性測定において、記録ヘッドはギャップ長0.22 $\mu$ mトラック幅86 $\mu$ mのMIGヘッドを使用した。電磁変換特性の測定は、MIGヘッドで記録波長0.3 $\mu$ mにて記録し、トラック幅5 $\mu$ mのNiFeMRヘッドを用いて再生することにより行った。Ni

—FeMRヘッドでは、 $B_s t / 2 = 200 \text{ G} \cdot \mu\text{m}$ である。なお、磁気テープとMRヘッドとの相対速度を  $1 \text{ m/min}$  として測定した。

【0060】また、サンプル1～サンプル5に関して  $\text{SO}_2$  ガス雰囲気中における耐食性を評価した。耐食性試験は、気温  $30^\circ\text{C}$ 、相対湿度  $80\%$ 、 $\text{SO}_2$  ガス濃度  $0.5 \text{ ppm}$  雰囲気中に、磁気テープを13時間保存し、保存前後の磁化量を測定することにより行った。評価方法としては、下記の式に従って磁化劣化率を算出して行った。

【0061】磁化劣化率 (%) =  $\{1 - (\text{試験後の磁化量}) / (\text{試験前の磁化量})\} \times 100$

磁化劣化率は、上記式で算出されるためサンプルの耐食\*

	最小入射角	最大入射角	$M_r \cdot t$ (mA)	保磁力 (kA/m)	再生出力 (dB)	媒体ノイズ (dB)	くぼみ深さ (nm)	幅/深さ w/d	磁化劣化率 (%)
サンプル1	$70^\circ$	$45^\circ$	22.4	102.7	0.3	-3.0	5.8	7.9	23
サンプル2	$75^\circ$	$45^\circ$	24.4	100.7	-0.2	-2.2	6.6	9.1	55
サンプル3	$60^\circ$	$45^\circ$	20.2	98.5	-2.8	-3.4	4.2	10.2	15
サンプル4	$80^\circ$	$45^\circ$	27.2	101.1	-0.9	-0.5	13.0	5.0	90
サンプル5	$90^\circ$	$45^\circ$	30.5	109.7	0(基準)	0(基準)	25.0	4.5	100

【0065】表1から判るように、磁性層の保磁力を  $100 \text{ kA/m}$  程度になるように調節した場合、最大入射角が  $75^\circ$  以下になると（サンプル1～サンプル3）磁性層表面に形成されるくぼみの深さが最大入射角が小さくなるにつれ小となり、 $w/d$  の値が大きくなることから、くぼみの形状が緩やかになっていることが判った。その結果、最大入射角が  $75^\circ$  以下になると耐食性が劇的に改善されている。

【0066】しかしながら、最大入射角を  $60^\circ$  まで下げた場合（サンプル3）、耐食性は優れるが、磁性層の磁気特性が劣化してしまう結果、再生出力が劣化してしまっている。したがって、最大入射角は  $65^\circ \sim 75^\circ$  の範囲であることが好ましいことがわかる。

【0067】また、磁気記録媒体は、最大入射角を  $65^\circ \sim 75^\circ$  の範囲として磁性層を形成することによって、磁性層の  $M_r \cdot t$  の値を  $26 \text{ mA}$  以下とすることが

でき、MRヘッドを用いた再生システムに適したものとなることがわかった。

【0062】さらに、サンプル1～サンプル5に関して、磁性層表面に発生したくぼみの形状を測定した。くぼみの形状は、保護膜を形成する前のサンプルについて原子間力顕微鏡（AFM）を用いて行い、くぼみを横切った断面のプロファイルより同定した。

10 【0063】これらの結果を表1に示す。

【0064】

【表1】

でき、MRヘッドを用いた再生システムに適したものとなることがわかった。

【0068】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明においては、磁性層の残留磁化量  $M_r$  と膜厚  $t$  の積  $M_r \cdot t$  の値をMR再生ヘッドの特性に合わせて最適化しているため、MR素子の飽和を防ぎ、高出力、低ノイズを実現可能である。

【図面の簡単な説明】

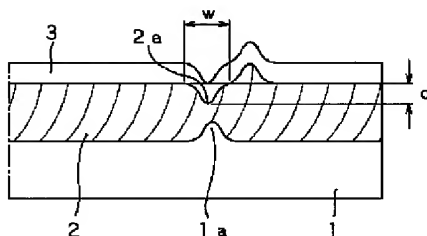
【図1】本発明の一例として示す磁気記録媒体の要部断面図である。

【図2】本発明に係る磁気記録媒体の製造方法に使用される蒸着装置の概略構成図である。

【符号の説明】

1 非磁性支持体、2 磁性層、3 保護層

【図1】



【図2】

